

REC'D 15 NOV 2000

WIPO

PCT

PCT/JP00/06405

10/088781#2

20.09.00

日本国特許庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

EKU

JP00/6405

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年 4月11日

出願番号

Application Number:

特願2000-109878

出願人

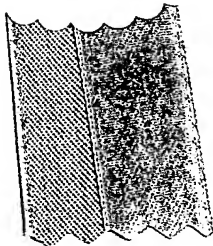
Applicant(s):

株式会社奈良機械製作所

## PRIORITY DOCUMENT

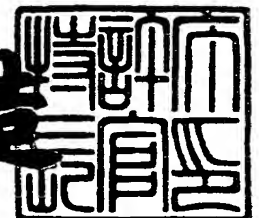
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年10月27日



特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3087700

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-NA009

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B02C

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区城南島 2 丁目 5 番 7 号 株式会社 奈良機械製作所内

【氏名】 柳 捷凡

【特許出願人】

【識別番号】 000152181

【氏名又は名称】 株式会社 奈良機械製作所

【代表者】 奈良 自起

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 071088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 粉粒体の振動流動装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 粉粒体の処理手段を、振動手段に連携してなる容器と、該容器の振動を増幅せしめる増幅手段とで構成し、該増幅手段により生ずる振動作用により前記容器内の粉粒体を振動処理すべく構成したことを特徴とする粉粒体の振動処理装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記振動手段は、前記容器の底部に対して上下振動を与えるよう連携されていることを特徴とする粉粒体の振動処理装置。

【請求項 3】 請求項 1 乃至 2 において、前記振動作用は、増幅手段による振動と、容器の振動との共同振動作用であることを特徴とする粉粒体の振動処理装置。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 において、前記増幅手段は、前記容器内にその底部から離間させて設けられた板状体に、該板状体と容器との間に介在させた遊動体を衝撃すべく構成されていることを特徴とする粉粒体の振動処理装置。

【請求項 5】 請求項 4 において、前記板状体は、ゴムシート材、金属材または樹脂材よりなることを特徴とする粉粒体の振動処理装置。

【請求項 6】 請求項 2 乃至 3 において、前記遊動体は、金属、樹脂またはゴムよりなる複数の球状体であることを特徴とする粉粒体の振動処理装置。

【請求項 7】 請求項 1 乃至 6 において、前記粉粒体の処理手段は、真空中で用いられることを特徴とする粉粒体の振動処理装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、凝集粉体の解砕、粉粒体の分散、混合、乾燥、噴霧ガス等との反応、あるいは粉粒体表面への薄膜の形成などに用いられる粉粒体の振動流動装置に関する。

## 【 0 0 0 2 】

## 【従来技術】

一般的に、粉粒体（粉粒体層）が充填された容器内に対して垂直振動を与えると、粉粒体層は容器内で流動する。この流動の様子は、作用させる振動の振動数（周波数）と振幅に応じて多様に変化することが知られている。そして、粉粒体層と容器との相対運動に起因して生じる振動流動の挙動については、図 4 の流動パターンに示す如く、振動による遠心効果の大きさに伴って、まずパターン B のように粉粒体の移動が生じて粉粒体層表面が傾斜し、次いでパターン C 1 のような粉体層中心から容器壁に向かう循環流（対流）が発生する。このとき、循環流の速度が遅ければ振動粉粒体表面は平坦であるが、活発になると粉粒体表面に若干の盛り上がりを生じる。さらに遠心効果を増大させると、パターン C 2 のように循環流の向きが逆転し、続いて粉体層内にはパターン D のように局所的な循環流が発生し、粉粒体表面に特有の波が現れるとされている。

## 【 0 0 0 3 】

しかしながら、容器に振動を与えるのみでは、粉粒体層における振動流動の挙動は、上記した様な若干の盛り上がりを生じながら所定の循環流を生じる程度の範疇に止まり、それらは容器内の場所により異なる現象として現れ不安定な流動要因ともなっている。一方、振動振幅、周波数に対する粉粒体層の応答はいまだ十分に解析されておらず、振動流動は予想の難しい現象でもあることから、容器内の全ての粉粒体が、循環流によって均一に分散されながら粉粒体層の表面に繰り返し隈無く現れる確約も存せず、その循環流も混合、反応、表面処理等の各種粉粒体処理に適した高速なものとは言い得ない。また、粉粒体の振動流動を直接利用した処理装置としては、排出装置、篩い分け装置、輸送装置などがあるのみで、その利用範囲が限られているのが実情であり、粉粒体処理技術の高速化、処理の均一化が要望されている昨今において、凝集粉体の解砕、粉粒体の分散、混合、噴霧ガス等との反応や、粉粒体表面への薄膜の形成などの処理が行えると共に、これらの処理を短時間に行え、さらには当該振動流動が真空の環境下においても利用できる粉粒体の振動流動装置の出現が望まれていた。

なお、特異な円振動により粉粒体を粉砕するようにした振動ミルなるものが知

られているが、このものは筒状容器内で球状等の媒体に円形となる振動軌跡を与えて、容器内壁にこの球状媒体（衝撃球）を衝突させ、容器内壁と衝撃球との間で粉粒体を粉砕するようにしたものであり、かかる観点からすれば、粉粒体そのものの循環流を利用したものでなく、採用することはできない。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記の如き問題点を一掃すべく創案されたものであって、空気やガス等の流動化媒体、あるいは衝撃球等の固体媒体などを用いることなく、粉粒体の振動流動による循環挙動を、容器内の場所によって異なる循環流が生じたとしても、全ての粉粒体が循環流によって均一に分散されながら粉粒体層の表面に限無く、しかも瞬時に繰り返し現れるようにすることができ、循環する粉粒体に対して直接的に、凝集粉体の解砕、粉粒体の分散、混合、乾燥、噴霧ガス等との反応、あるいは粉粒体表面への薄膜の形成などの複合的な処理を短時間に行うことができるものである。

さらに、その循環挙動は、僅かな盛り上がり程度の循環流から、噴霧状に拡散させる循環流へと、変化に富んだ制御が可能となり、目的に応じた循環流によって前記反応や加工等の処理を行うことができるばかりか、真空状態等の特殊環境下であっても良好な循環挙動を得ることも可能となり、もって全体の機械構成が殊更複雑なものとならず、小型化を容易ならしめる粉粒体の振動流動装置を提供することを目的とする。

#### 【0005】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために本発明が採用した技術手段は、粉粒体の処理手段を、振動手段に連携してなる容器と、該容器の振動を増幅せしめる増幅手段とで構成し、該増幅手段により生ずる振動作用により前記容器内の粉粒体を振動処理すべく構成したことを特徴とするものである。

#### 【0006】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を好適な実施の形態として例示する粉粒体の振動流

動装置に基づいて詳細に説明する。

図 1 ～ 図 3 において、図 1 は、振動流動装置の一部破断全体図である。1 は振動手段としての振動装置であり、該振動装置 1 は、特開平 0 8 - 1 9 3 9 1 1 号公報に開示された如きの電動型振動装置で、振動台 1 0 1 の下面に一体的に設けられた円柱状の中央磁極と、該中央磁極の外周面に駆動コイルを存して対向配設された円環状磁極とによって構成される一方を N 極とし、他方を S 極とする固定磁石機構を備え、前記駆動コイルへ交流電流を供給することにより、前記固定磁石における両磁極の相互間の磁界中で駆動コイルが上下に振動し、加振力を振動台 1 0 1 に与える機構を備えている。

なお、振動の発生方法（原理）としては、上記の電磁振動に限定されることなく、超音波振動、磁歪振動、電動機のアンバランスによる振動や、これら振動発生方法を適宜組み合わせても良く、また、上下振動、左右振動およびこれらの複合振動等種々のものであっても良い。

#### 【 0 0 0 7 】

2 は樹脂製の透明筒状ケース 2 a と共に振動台 1 0 1 上に装着された容器であって、該容器 2 は、前記振動装置 1 の稼動に連携して発生する前記振動台 1 0 1 の振動が直接的に伝播されるよう構成されている。また、容器 2 内には、粉粒体 3 が充填されており、この粉粒体 3 を振動処理すべき手段として、容器底部に、ゴム質シート材よりなる板状体 4 が設けられていると共に、該板状体 4 と容器 2 との間に介在させた複数の金属製球状遊動体 4 a が集合体として敷設状に投入されていて、前記容器 2 の振動を増幅せしめる増幅手段を構成している。

すなわち、容器 2 と遊動体 4 a とは、夫々異なる振動を板状体 4 に与える一組の異種振動体となっており、この異種振動体の一方を構成する容器 2 からの振動を、他方を構成する遊動体 4 a が享受する連携関係によって、容器 2 が前記振動装置 1 からの直接的な振動を受けると、その加振力が容器 2 を介して間接的に前記遊動体 4 a に与えられ、遊動体 4 a が上下に振動して前記板状体 4 に衝突する。その際、板状体 4 には、容器 2 の振動と遊動体 4 a の衝撃による振動との複合的な異種振動作用が加わり、容器 2 の振動が増幅され、この増幅振動作用により粉粒体 3 を流動処理する構成となっている。

なお、本実施例では、振動装置 1 と容器 2 との連携関係において、容器の全体が振動するよう構成したが、容器底部のみが振動するようにしても良く、要は容器の何れかの面に与えられた振動が増幅されて、容器 2 内の粉粒体 3 に付与されるようにしたものであれば、その構成は任意である。また、遊動体 4 a の形状は、球状のものに替えて棒状、筒状、板状でも良く、その材質も、金属、ゴム、樹脂等であってもよく、これらの組み合わせも任意である。さらに、板状体 4 の材質は、ゴム質状のものに限定されず、金属、樹脂等任意であり、形状も平面状のものに限定されるものではない。また、板状体 4 の上面に遊動体 4 a を敷設して粉粒体 3 を処理するようにしても良い。

## 【 0 0 0 8 】

次に上記のように構成した振動流動装置を用いた粉粒体の振動流動の挙動に対する実験例について説明する。振動装置 1 としては、株式会社アカシ製の電動型マイクロ加振機 (ME S 4 5 1) を用いた。

板状体 4 には、厚さ約 2 mm の硬質ゴムシートを、遊動体 4 a には平均粒径 5 mm の鉄球をそれぞれ用いた。そして、処理される粉粒体 3 には、平均粒径 5  $\mu$  m のポリエチレン粒子 (白色) を用いて、容器 2 に約 1 cm の高さまで充填させることで粉粒体層を形成し、振動数 1 ~ 1 0 k H z、振幅 0. 1 ~ 1 0 mm の振動を与えてみた。而して、その振動流動の挙動状態を図 2 (A)、図 3 (A) に図面代用写真として示すと共に、その状態説明図をそれぞれ図 2 (B)、図 3 (B) に示す。夫々の図 (B) は、図 (A) のものにそれぞれコントラストおよび明暗調の色調処理と縁取り線図を加えて、その流動状態を明確にしたものである。

## 【 0 0 0 9 】

まず、容器 2 内の粉粒体 3 に振動装置 1 の上下振動による小さな加振力を与えると、図 2 に示す如く、均一な粉粒体層が若干の盛り上がりを生じながら、容器 2 の外周側と中心側に移動すると共に、粉粒体層の表面に存在していた粉粒体 3 が瞬時に容器 2 底部に移動し、2 ~ 3 秒後には再び表面に現れる挙動を示した。この挙動の様子は、粉粒体層の表面中央部分に平均粒径約 1 0 0  $\mu$  m の着色粒子 (赤色) を少量乗せた状態から混合、分散に対する流動挙動を観察したものである。

るが、これらの流動挙動は、比較的小さな加振力である初期の振動段階においても、前記着色粒子が容器 2 内全域で瞬時に、かつ均一に分散されながら、再び粉粒体層の表面に限無く現れる良好な循環流が生成されていることで確認された。

このように、物性（粒径、密度等）が異なる粉粒体であっても、短時間で均一に混合、分散されることが分かった。

#### 【 0 0 1 0 】

次に、加振力を徐々に大きくして流動挙動を観察したところ、図 3 に示す如きに、粉粒体 3 が上方に激しく霧状に拡散する流動挙動が確認された。

その状態を図 3（B）に基づいて説明すると、加振力を増加した初期状態では、粉粒体 3 は、板状体 4 の振動により上方へ跳ね上げられるような柱状に拡散する挙動を示した。その際、柱状の拡散流の頂部には粉粒体 3 の集まりが確認されたが、その後さらに加振力を増大させると、これらの集まりは徐々に消失し、図 3（A）のような全体が霧状に拡散されるという流動挙動を示した。

この拡散流動状態においては、従来の空気やガス等を流動媒体に用いた方法と同様に粉粒体を処理することができるが、その特徴は、粉粒体を処理するにあたり、前記流動媒体を必要としない点にあり、それにより、コンプレッサー、エアフィルター及び固気分離装置を必要とせず、装置コスト、ランニングコストを削減することができる。また、容器 2 自体も小さくすることができるという利点がある。

#### 【 0 0 1 1 】

また、上記実験例において、流動環境を徐々に減圧し、 $1 \times 10^{-8}$  Torr ( $1.33 \mu\text{Pa}$ ) の超高真空状態で振動流動の挙動を確認したところ、粉粒体 3 を拡散流動するにあたり常圧の状態よりも加振力を必要とするが、本発明の振動流動は、減圧された特殊環境下（減圧された容器内）であってもその挙動が確認された。

したがって、真空蒸着、スパッタ蒸着、レーザーアブレーションに代表される物理的气相成長方法（PVD 法）、すなわち、目的とする薄膜の構成原子を含む固体のターゲットを物理的な作用により原子、分子、クラスタ状にして、基板表面へ輸送し、薄膜を形成する技術を粉粒体に応用した場合に、真空チャンバー内

に置かれた粉粒体であっても良好な循環流が生成されるので、粉粒体を構成する個々の粒子の表面に均一に薄膜を連続または不連続状に形成（コーティング）することができる利点がある。

## 【0012】

また、従来の容器2のみに振動を与た場合の流動挙動について、前記と同様に着色粒子を用いて比較観察した結果、着色粒子に対してその周縁の粉粒体3が徐々に被さり、全ての着色粒子を覆って表面から視認できなくなるまでに約1分ほどの時間を要した。更に加振力を増大した振動を与えても再び着色粒子が粉粒体層の表面に現れることが無く、分散、混合に良好な循環流が生成されず、従来の振動方法では殆ど流動しないことが確認された。

## 【0013】

上記技術手段によれば、空気やガス等の流動化媒体、あるいは衝撃球等の固体媒体などを用いることなく、粉粒体の振動流動による循環挙動を、容器内の場所によって異なる循環流が生じたとしても、全ての粉粒体が循環流によって均一に分散されながら粉粒体層の表面に限無く、しかも瞬時に繰り返し現れるようにすることができ、循環する粉粒体に対して直接的に、凝集粉体の解砕、粉粒体の分散、混合、乾燥、噴霧ガス等との反応、あるいは粉粒体表面への薄膜の形成などの複合的な処理を短時間に行うことができるものである。

さらに、その循環挙動は、僅かな盛り上がり程度の循環流から、噴霧状に拡散させる循環流へと、変化に富んだ制御が可能となり、目的に応じた循環流によって前記反応や加工等の処理を行うことができるばかりか、高真空状態等の特殊環境下であっても良好な循環挙動を得ることも可能となり、もって全体の機械構成が殊更複雑なものとならず、小型化を容易ならしめることができる。

## 【0014】

上記振動流動の挙動メカニズムについては、力学的に十分に解析あるいは解明されておらず、予測の難しい現象であるが、次のような作用を有するものと思われる。

① 振動装置1の上下振動エネルギーは、振動装置1に直接的に連携された容器2を介して、粉粒体3、板状体4、遊動体4aに間接的に伝播される。板状体4

、遊動体 4 a は、それが有する質量や大きさ、形状、材質等の物性による上下運動や、遊動体 4 a が球体、柱状体等の独立集合体である場合には回転運動も加わり、それぞれ独自の振動エネルギーを誘発する。

#### 【0015】

② 容器 2、板状体 4、遊動体 4 a は、それぞれ異なる振動（異種振動）体を構成し、これらの共同振動作用により複合的なエネルギーが粉粒体 3 に伝播される。その際、加振力が小さければ、遊動体 4 a による衝撃振動による増幅振動作用の影響は小さいが、粉粒体 3 に容器 2、板状体 4 および遊動体 4 a の各振動による複合的な異種振動作用が付与され、平滑な流動層ではあるが、容器 2 のみの振動作用の場合に比し、良好な振動流動層（循環流）が形成される。

また、加振力が大きければ、遊動体 4 a による衝撃振動による増幅振動作用の影響が大きくなって、その衝撃振動エネルギーを中心とする複合的な異種振動作用が粉粒体 3 に付与されることで、柱状または霧状の良好な流動層が形成される。

#### 【0016】

③ 加振力を大きくする過程において、粉粒体 3 の上下動に板状体 4 の上下振動と同期したような柱状の拡散流動がみられたが、一定以上の加振力を付与すると、粉粒体 3 の昇降運動がそれぞれ粒子単位でバラバラとなり、霧状の拡散へと変化する循環流となって現れた。これにより拡散された良好な流動層が形成されて、粉粒体 3 は、高速かつ均一に分散されながら、粉粒体層の表面に繰り返し隈無く確実に出現する挙動を示すようになる。

以上の異種振動による増幅振動作用によって、振動流動挙動に対する改善がなされるものと推認される。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

粉粒体の振動流動装置の全体構成図

##### 【図 2】

実験例 1 の挙動状態を例示した図面代用写真（A）とその説明図（B）

##### 【図 3】

実験例 2 の挙動状態を例示した図面代用写真 (A) とその説明図 (B)

【図 4】

一般的な粉粒体の振動流動の挙動パターンを示す説明図

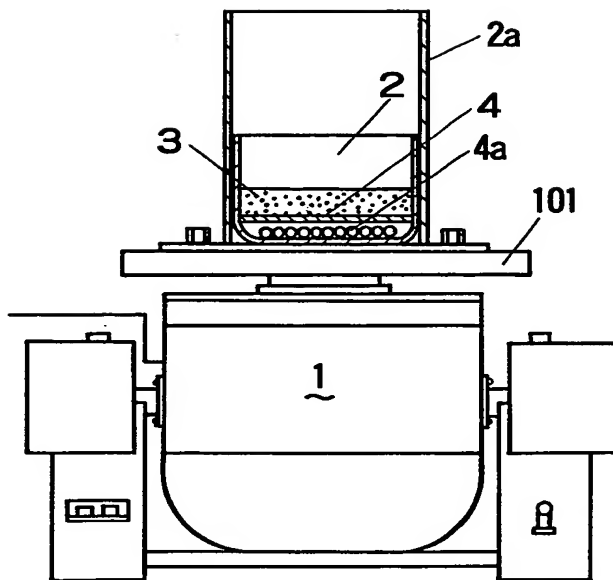
【符号の説明】

- |       |         |
|-------|---------|
| 1     | 振動装置    |
| 1 0 1 | 振動台     |
| 2     | 容器      |
| 3     | 粉粒体     |
| 3 0 1 | 粉粒体の噴出流 |
| 3 0 2 | 粉粒体の噴出流 |
| 4     | 振動媒体    |
| 4 0 1 | 球状体     |
| 4 0 2 | 多孔板体    |

【書類名】

図面

【図 1】

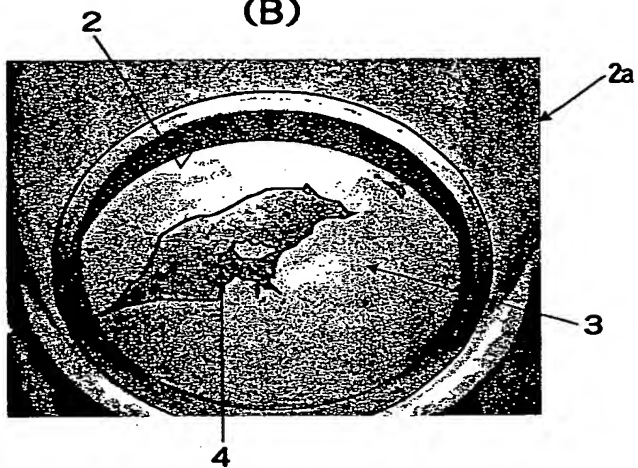


【図 2】

(A)

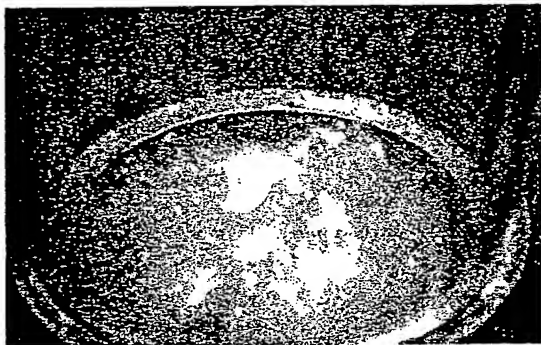


(B)

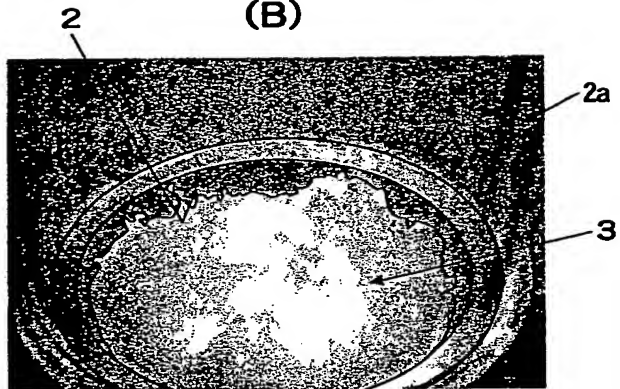


【図 3】

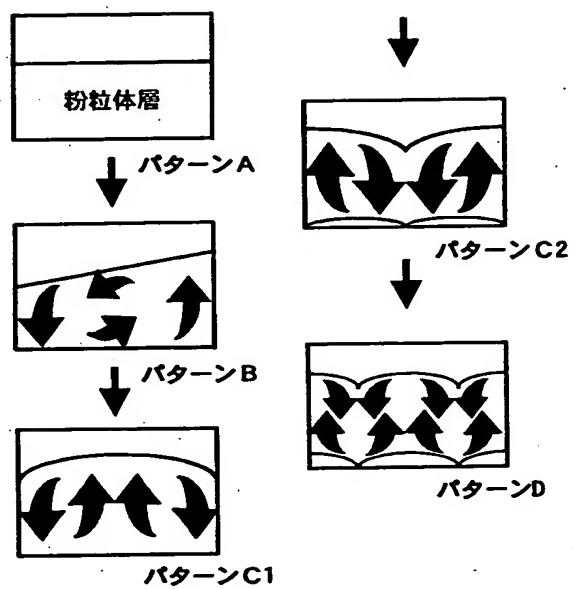
(A)



(B)



【図 4】



振動流動パターン（ガラスビーズ、粒子径1mm）

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

空気やガス等の流体、あるいは衝撃球等の固体媒体などを用いることなく、粉粒体の振動流動による循環挙動を、僅かな盛り上がり程度のものから、噴霧状に拡散させるものへと変化に富んだ制御が可能となり、粉粒体 3 が循環流によって均一に分散されながら粉粒体層の表面に限無く、高速に繰り返し出現させることができ、機械構成が複雑なものとならず、凝集粉体の解砕、粉粒体の分散、混合、乾燥などの複合的な処理を高速で行うことができる粉粒体の振動流動装置を提供することを目的とする。

【解決手段】

粉粒体の処理手段を、振動手段 1 に連携してなる容器 2 と、該容器 2 の振動を増幅せしめる増幅手段とで構成し、該増幅手段により生ずる振動作用により前記容器内の粉粒体 3 を振動処理すべく構成したことを特徴とするものである。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-109878
受付番号	50000458321
書類名	特許願
担当官	椎名 美樹子 7070
作成日	平成12年 4月13日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 4月11日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000152181]

1. 変更年月日	1990年 8月30日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区城南島2丁目5番7号
氏 名	株式会社奈良機械製作所